

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :

H04B 10/13, 10/18, H04J 14/02

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/01097

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum:

6. Januar 2000 (06.01.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01864

(22) Internationales Anmeldedatum: 25. Juni 1999 (25.06.99)

(30) Prioritätsdaten:

198 28 614.7

26. Juni 1998 (26.06.98)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): AMS OPTOTECH VERTRIEB GMBH [DE/DE]; Fraunhoferstrasse 22, D-82152 Martinsried (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MÜLLER, Claus-Georg [DE/DE]; Eichgrabenstrasse 14a, D-82340 Feldafing (DE).

(74) Anwalt: EDER, Thomas; Eder &amp; Schieschke, Elisabethstrasse 34/II, D-80796 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

## Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

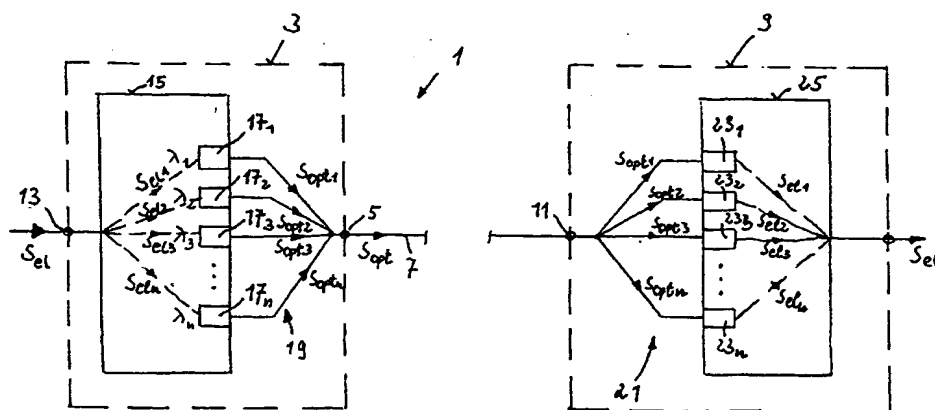
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR OPTICALLY TRANSMITTING DATA VIA OPTICAL WAVEGUIDES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR OPTISCHEN DATENÜBERTRAGUNG ÜBER LICHTWELLENLEITER

## (57) Abstract

The invention relates to a method for optically transmitting data via optical waveguides during which the electric signal ( $S_{el}$ ) or optical information signal ( $S_{opt}$ ) to be transmitted is split into a plurality of partial signals ( $S_{el1}$  to  $S_{eln}$ ) each having a lower bandwidth. In addition, each partial signal ( $S_{el1}$  to  $S_{eln}$ ) is converted into an optical partial signal ( $S_{opt1}$  to  $S_{optn}$ ) each having different medium wave lengths ( $\lambda_1$  to  $\lambda_n$ ) or having an optical carrier frequency and/or having a different orthogonal polarization. Optical partial signals ( $S_{opt1}$  to  $S_{optn}$ ) are transmitted on an optical waveguide which forms the transmission path (7). The optical partial signals ( $S_{opt1}$  to  $S_{optn}$ ) are each separately detected again at the end of the transmission path (7) and are composed into the information signal ( $S_{el}$ ) to be transmitted. The invention also relates to a transmitting unit, a receiving unit, and to a complete system for carrying out the inventive method.



The optical partial signals ( $S_{opt1}$  to  $S_{optn}$ ) are transmitted on an optical waveguide which forms the transmission path (7). The optical partial signals ( $S_{opt1}$  to  $S_{optn}$ ) are each separately detected again at the end of the transmission path (7) and are composed into the information signal ( $S_{el}$ ) to be transmitted. The invention also relates to a transmitting unit, a receiving unit, and to a complete system for carrying out the inventive method.

### (57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur optischen Datenübertragung über Lichtwellenleiter, bei dem das zu übertragende elektrische ( $S_{el}$ ) oder optische Informationssignal ( $S_{opt}$ ) in mehrere Teilsignale ( $S_{el1}$  bis  $S_{eln}$ ) mit jeweils geringerer Bandbreite zerlegt wird, bei dem jedes Teilsignal ( $S_{el1}$  bis  $S_{eln}$ ) in ein optisches Teilsignal ( $S_{opt1}$  bis  $S_{optn}$ ) mit jeweils unterschiedlicher Mittenwellenlänge ( $\lambda_1$  bis  $\lambda_n$ ) oder optischer Trägerfrequenz und/oder unterschiedlicher orthogonaler Polarisation umgesetzt wird, bei dem optische Teilsignale ( $S_{opt1}$  bis  $S_{optn}$ ) auf einer die Übertragungsstrecke (7) bildenden Lichtwellenleiter übertragen werden, und bei dem die optischen Teilsignale ( $S_{opt1}$  bis  $S_{optn}$ ) am Ende der Übertragungsstrecke (7) jeweils wieder getrennt detektiert und zu dem zu übertragenden Informationssignal ( $S_{el}$ ) zusammengesetzt werden. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Sendeeinheit und eine Empfangseinheit sowie ein gesamtes System zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## **Verfahren und Vorrichtung zur optischen Datenübertragung über Lichtwellenleiter**

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur optischen Datenübertragung über Lichtwellenleiter.

Zur Datenübertragung über Lichtwellenleiter wird üblicherweise ein elektrisches Signal mittels eines optischen Sendeelements, beispielsweise einer Laserdiode, in  
10 ein optisches Signal mit einem Sendespektrum mit einer bestimmten Mittenwellenlänge und einer bestimmten optischen Bandbreite umgesetzt und in einen Lichtwellenleiter eingekoppelt. Am Ende der Übertragungsstrecke wird das Signal wieder optisch-elektrisch gewandelt und weiter verarbeitet. Ist eine Übertragung über die gewünschte Länge infolge der Bandbreiten- oder Dispersionsbe-  
15 grenzung des Lichtwellenleiters nicht möglich, so werden in der Übertragungsstrecke üblicherweise Verstärker eingesetzt. Hierbei kann es sich um üblicher Repeaterverstärker oder optische Verstärker, z.B. Faserverstärker, handeln. Bei diesem Verfahren wird jedoch nur ein Bruchteil der Übertragungskapazität einen Lichtwellenleiters genutzt.

20 Zur besseren Ausnutzung der Übertragungskapazität eines Lichtwellenleiters ist es bekannt, mehrere elektrische Informationssignale im Wellenlängenmultiplex oder Polarisations-Multiplex über einen einzigen Lichtwellenleiter zu übertragen. Dabei werden die einzelnen elektrischen Signale jeweils in optische Informati-  
25 onssignale umgesetzt, wobei die optischen Sendeelemente, meist schmalbandige Laserdioden, jeweils optische Signale mit einem Sendespektrum mit jeweils unterschiedlicher Mittenwellenlänge bzw. optische Signale mit zueinander orthogonalen Polarisationsrichtungen erzeugen. Diese optischen Signale werden

dann mittels eines meist passiven Kopplers zu einem optischen Wellenlängenmultiplex-Signal zusammengefasst und auf einen einzigen Lichtwellenleiter übertragen. Am Ende der Übertragungsstrecke wird das Wellenlängenmultiplex-Signal wieder in die einzelnen optischen Signale aufgeteilt. Diese werden zur weiteren Verarbeitung optisch-elektrisch umgesetzt. Durch die Multiplex-Übertragung ergibt sich eine optimale bzw. verbesserte Ausnutzung der Übertragungskapazität des Lichtwellenleiters.

Üblicherweise wird die Konzipierung des Übertragungssystems gleichzeitig mit der Planung der Übertragungsstrecke vorgenommen. Dies hat den Vorteil, dass Übertragungssystem und Übertragungsstrecke optimal auf den jeweils gegebenen Anwendungsfall abgestimmt werden können. Die Übertragungsstrecke wird dabei so ausgelegt, dass die Gesamtdämpfung und insbesondere die gesamte Dispersion bzw. die optische Bandbreite in jedem optischen Kanal die Übertragung des betreffenden Signals ermöglicht. Vor allem bei Multimode-Lichtwellenleitern spielt die Bandbreitenbegrenzung häufig eine größere Rolle als die Dämpfungsbegrenzung. Erforderlichenfalls müssen dann in der Strecke Repeaterverstärker eingesetzt werden. Dies ist jedoch mit einem relativ hohen Aufwand verbunden, da hierzu in der Strecke zusätzlich zum notwendigen schaltungstechnischen Aufwand meist aufwendige bauliche Maßnahmen erforderlich sind.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur optischen Datenübertragung über Lichtwellenleiter bzw. hierzu geeignete Sende- und Empfangseinheiten zu schaffen, wobei mit verhältnismäßig geringem Aufwand die Übertragung eines Signals über eine bandbreitenbegrenzte bzw. dispersionsbegrenzte Strecke ermöglicht wird.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 bzw. 3 und 6.

Ausgangspunkt für die Erfindung ist beispielsweise der Fall, dass zu Beginn einer Übertragungsstrecke ein (elektrisches) Informationssignal vorliegt, welches infolge der Dispersionsbegrenzung bzw. Bandbreitenbegrenzung der vorliegenden Übertragungsstrecke bzw. der einzelnen Lichtwellenleiter der Übertragungsstrecke nicht mehr bzw. nicht mehr mit der gewünschten Qualität übertragen werden kann. Vorzugsweise wird es sich bei dem Informationssignal um ein einheitliches Signal handeln, beispielsweise das Signal für einen Fernsehkanal, Sprachkanal oder dergleichen. Selbstverständlich kann es sich jedoch auch bereits um ein Informationssignal handeln, das mehrere Einzelinformationen beinhaltet, beispielsweise mehrere Fernseh- oder Sprachkanäle. Ein derartiges zusammengefasstes Informationssignal wird meist als Zeitmultiplex-Signal vorliegen.

Die Erfindung geht nunmehr von der Erkenntnis aus, dass ein derartiges Informationssignal, welches nicht als einheitliches optisches Signal über die vorhandene Übertragungsstrecke übertragen werden kann, zunächst in mehrere Teilsignale aufgespalten wird, jedes Teilsignal in ein optisches Teilsignal umgesetzt und die optischen Teilsignale simultan auf der vorhandenen optischen Übertragungsstrecke übertragen werden. Die optischen Teilsignale weisen dabei ein Spektrum unterschiedlicher Mittenwellenlängen oder eine unterschiedliche optische Trägerfrequenz und/oder unterschiedliche orthogonale Polarisationsrichtungen auf.

Auf diese Weise können die optischen Teilsignale am Ende der Übertragungsstrecke in einer entsprechenden Empfangseinheit wieder in einzelne optische

Teilsignale separiert und in elektrische Teilsignale umgesetzt werden. Die elektrischen Teilsignale können dann wiederum zu dem ursprünglichen Informationssignal zusammengesetzt werden.

- 5 Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass auch solche (elektrischen) Informationssignale über eine bereits vorhandene optische Übertragungsstrecke übertragbar sind, deren Bandbreite-Längenprodukt bei einer vorgegebenen Übertragungswellenlänge zu klein bzw. deren Dispersion bei einer vorgegebenen Übertragungswellenlänge zu groß wäre, um das Informationssignal überhaupt oder mit
- 10 ausreichender Qualität unter Verwendung eines einzigen optischen Sendeelements (mit endlicher Breite des Sendespektrums) übertragen zu können. Anders als vorhandene Wellenlängenmultiplex-Übertragungssysteme, bei denen verschiedene einzelne elektrische Informationssignale in entsprechende optische Informationssignale umgewandelt und auf einer Übertragungsstrecke übertragen
- 15 werden, geht die Erfindung den Weg, ein vorhandenes elektrisches Informationssignal zunächst in elektrische Teilsignale aufzutrennen, diese dann im Wellenlängenmultiplex bzw. Polarisations-Multiplex zu übertragen und anschließend wieder zu dem (einheitlichen) Informationssignal zusammenzufassen.
- 20 Dieses erfindungsgemäße Übertragungsverfahren bzw. die hierzu geeigneten Sende- und Empfangseinheiten eignen sich insbesondere zur Kapazitätserhöhung vorhandener Übertragungsstrecken, vorallem im Fall von Multimode-Lichtwellenleitern. Das zur Kapazitätserhöhung erzeugte elektrische Informationssignal mit höherer Bandbreite bzw. höherer Bitrate muss lediglich einer Sendeeinheit nach der Erfindung zugeführt werden und der optische Ausgang der
- 25 Sendeeinheit mit der vorhandenen Übertragungsstrecke verbunden werden. Empfangsseitig muss der optische Ausgang der Übertragungsstrecke mit dem Eingang einer Empfangseinheit nach der Erfindung verbunden werden und am Aus-

gang der Empfangseinheit entsteht wiederum das übertragene Informationssignal mit höherer Bandbreite bzw. höherer Bitrate. Bauliche Eingriffe in die Übertragungsstrecke, wie das beim Einsatz von Repeaterverstärkern der Fall wäre, sind nicht erforderlich.

5

Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird das in digitaler Form vorliegende Informationssignal nach einer vorbestimmten Verarbeitungsvorschrift in digitale Teilsignale zerlegt. Hierzu kann beispielsweise jedes  $n$ -te Bit oder jede  $n$ -te Gruppe von  $m$  Bit einem von  $n$  Teilsignalen zugeordnet werden. Die Bitdauer der Teilsignale kann in diesem Fall jeweils um den Faktor  $n$  größer gewählt werden als die Bitdauer des ursprünglichen digitalen Informationssignals.

10

15

Das Zusammenfassen der übertragenen und in elektrische Teilsignale umgesetzten optischen Teilsignale kann dann in umgekehrter Weise erfolgen. Hierzu werden in einer festgelegten Reihenfolge jeweils ein Bit oder eine Gruppe von  $m$  Bit eines der  $n$  Teilsignale nacheinander zu dem ursprünglichen digitalen Informationssignal zusammengefaßt. Falls die Bitdauer der Teilsignale zur Übertragung über die optische Übertragungsstrecke erhöht wurde, muss diese selbstverständlich wieder um den entsprechenden Faktor reduziert werden, bevor ein Zusammenfassen zu dem elektrischen Informationssignal möglich ist.

20

Weitere Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

25

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Die einzige Zeichnung zeigt eine schematische Darstellung eines Systems zur optischen Datenübertragung über einen einzigen Lichtwellenleiter nach der Erfindung.

5 Das in der Figur dargestellte System zur optischen Datenübertragung umfasst eine Sendeeinheit 3, deren Ausgang 5 mit einer Übertragungsstrecke 7 verbunden ist. Bei der Übertragungsstrecke handelt es sich um einen Lichtwellenleiter, der üblicherweise innerhalb eines verlegten Kabels vorgesehen ist. Des Weiteren umfasst das System 1 zur optischen Datenübertragung eine Empfangseinheit 9,  
10 deren optischer Eingang 11 mit dem Ende der Übertragungsstrecke 7 bzw. des betreffenden Lichtwellenleiters verbunden ist.

Dem elektrischen Eingang 13 der Sendeeinheit 3 wird ein elektrisches Informationssignal  $S_{el}$  zugeführt. Zur Aufspaltung des elektrischen Informationssignals  $S_{el}$  in elektrische Teilsignale  $S_{el1}$  bis  $S_{eln}$  umfasst die Sendeeinheit 3 eine Sende-Signalverarbeitungseinheit 15.  
15

Bei dem elektrischen Informationssignal  $S_{el}$  kann es sich beispielsweise um ein digitales Signal mit vorgegebener (hoher) Bitrate handeln, wobei die Sende-Signalverarbeitungseinheit 15 aus dem am Eingang 13 anliegenden Informationssignal  $S_{el}$  Teilsignale  $S_{el1}$  bis  $S_{eln}$  erzeugt, die eine, vorzugsweise um den Faktor  $n$  niedrigere Bitrate aufweisen. Hierzu kann die Sende-Signalverarbeitungseinheit 15 jeweils jedes  $n$ -te Bit oder jede  $n$ -te Gruppe von  $m$  Bit des ursprünglichen Informationssignals  $S_{el}$  in einer vorbestimmten Reihenfolge den einzelnen Teilsignalen zuordnen.  
20  
25

Die Sende-Signalverarbeitungseinheit 15 führt jedes der von ihr erzeugten Teilsignale  $S_{el1}$  bis  $S_{eln}$  einem optischen Sendeelement  $17_1$  bis  $17_n$  zu. Jedes der opti-



schen Sendeelemente wandelt das betreffende elektrische Teilsignal  $S_{el1}$  bis  $S_{eln}$  in ein optisches Teilsignal  $S_{opt1}$  bis  $S_{optn}$  um. Die einzelnen optischen Teilsignale werden mittels einer optischen Koppereinheit 19 zu einem optischen Informationssignal  $S_{opt}$  zusammengefasst, welches der Übertragungsstrecke 7 zugeführt ist. Jedes der optischen Teilsignale  $S_{opt1}$  bis  $S_{optn}$  weist ein Sendespektrum mit jeweils unterschiedlicher Mittenwellenlänge auf, wobei die Abstände zwischen benachbarten Mittenwellenlängen so gewählt ist, dass ein ausreichend geringes Nebensprechen entsteht. Die optischen Teilsignale können jedoch auch unterschiedliche, zueinander orthogonale Polarisationsrichtungen aufweisen, so dass eine Übertragung im Polarisations(Moden)-Multiplex möglich ist. Hierzu wird man die Übertragungsstrecke 7 vorzugsweise in Form einer polarisationserhaltenden Einmodenfaser ausbilden. Damit können bei jeder Wellenlänge zwei optische Teilsignale mit zueinander orthogonalen Polarisationsrichtungen übertragen werden.

Das optische Informationssignal  $S_{opt}$  wird in der Empfangseinheit 9 einer weiteren optischen Koppereinheit 21 zugeführt. Die optische Koppereinheit 21 trennt das optische Informationssignal  $S_{opt}$  wieder in die einzelnen optischen Teilsignale  $S_{opt1}$  bis  $S_{optn}$  auf. Diese empfangsseitigen optischen Teilsignale werden zur Vereinfachung ebenso bezeichnet wie die sendeseitigen optischen Teilsignale. Selbstverständlich sind die empfangsseitigen optischen Teilsignale jedoch mit der Übertragungscharakteristik der Übertragungsstrecke beaufschlagt.

Die optischen Koppereinheiten 19 bzw. 21 können in üblicher Weise realisiert sein. Im Fall der Koppereinheit 19 kann beispielsweise ein einfacher, entsprechend breitbandiger  $n \times 1$  Koppler verwendet werden. Auf der Empfangsseite muss die Koppereinheit 21 zusätzlich zur ihrer Funktion einer Aufspaltung in verschiedene Signalwege eine Filterfunktion übernehmen, so dass am Ausgang

der Koppeleinheit jeweils nur das betreffende gewünschte optische Teilsignal anliegt. Beispielsweise kann die optische Koppeleinheit 21 als Phased-Array ausgebildet sein. Ein derartiges Phased-Array muss entsprechend der gewünschten Topologie der Koppel-einheit 21 einen optischen Eingang und n optische Ausgänge aufweisen. Durch die Ausbildung als Phased-Array wird erreicht, dass zwischen dem gemeinsamen Eingang und jedem Ausgang eine Bandpass-Filtercharakteristik erzielbar ist.

Jeder optische Ausgang der optischen Koppeleinheit 21 ist mit einem optischen Empfangselement  $23_1$  bis  $23_n$  verbunden, wobei die Empfangselemente die optischen Teilsignale  $S_{opt1}$  bis  $S_{optn}$  in die elektrischen Teilsignale  $S_{e11}$  bis  $S_{eln}$  umformen. Handelt es sich bei dem zu übertragenden Informationssignal um ein digitales Signal, so können die empfangsseitigen elektrischen Teilsignale  $S_{e11}$  bis  $S_{eln}$  in Folge der möglichen vollständigen Wiederherstellung mit den empfangsseitigen elektrischen Teilsignalen  $S_{e11}$  bis  $S_{eln}$  identisch sein.

Die Empfangseinheit 9 weist zur Regenerierung der elektrischen Teilsignale und für das Zusammenfassen der elektrischen Teilsignale  $S_{e11}$  bis  $S_{eln}$  zu dem übertragenen elektrischen Informationssignal  $S_{ei}$  eine Empfangs-Signalverarbeitungseinheit 25 auf.

Für das vorstehend erläuterte Beispiel der Aufspaltung eines digital vorliegenden elektrischen Signals  $S_{ei}$  zu n digitalen elektrischen Teilsignalen  $S_{e11}$  bis  $S_{eln}$  kann die Empfangs-Signalverarbeitungseinheit 25 das Zusammenführen der einzelnen elektrischen Teilsignale zu dem elektrischen Informationssignal  $S_{ei}$  so vornehmen, dass in derselben Reihenfolge, in der das Zerlegen des elektrischen Informationssignals in einzelne elektrische Teilsignale erfolgt ist, jeweils nacheinander in der richtigen Reihenfolge ein Bit oder eine Gruppe von m Bit eines der n

Teilssignale  $S_{el1}$  bis  $S_{eln}$  entnommen und in dieser Reihenfolge zu dem digitalen Informationssignal  $S_{ei}$  zusammengesetzt wird.

- 5 Die Bitdauer der Teilsignale kann dabei um den Faktor  $n$  größer sein als die Bitdauer des zu übertragenden Informationssignals. Wurde von der Sendesignalverarbeitungseinheit 15 nach der Aufspaltung des Informationssignals in die einzelnen Teilsignale die Bitdauer zur Reduzierung der erforderlichen Bandbreite bei der Übertragung der einzelnen Teilsignale entsprechend vergrößert, so
- 10 muss die Empfangs-Signalverarbeitungseinheit 25 selbständig vor einem Zusammenfassen der elektrischen Teilsignale zu dem gesamten Informationssignal die Bitdauer wieder um denselben Faktor reduzieren.

## Verfahren und Vorrichtung zur optischen Datenübertragung über Lichtwellenleiter

5

### Patentansprüche

#### 1. Verfahren zur optischen Datenübertragung über Lichtwellenleiter

10

a) bei dem das zu übertragende elektrische ( $S_{el}$ ) oder optische Informationssignal ( $S_{opt}$ ) in mehrere Teilsignale ( $S_{el1}$  bis  $S_{eln}$ ) mit jeweils geringerer Bandbreite zerlegt wird,

15

b) bei dem jedes Teilsignal ( $S_{el1}$  bis  $S_{eln}$ ) in ein optisches Teilsignal ( $S_{opt1}$  bis  $S_{optn}$ ) mit jeweils unterschiedlicher Mittenwellenlänge ( $\lambda_1$  bis  $\lambda_n$ ) oder optischer Trägerfrequenz und/oder unterschiedlicher orthogonaler Polarisierung umgesetzt wird,

20

c) bei dem optischen Teilsignale ( $S_{opt1}$  bis  $S_{optn}$ ) auf einer die Übertragungsstrecke (7) bildenden Lichtwellenleiter übertragen werden, und

25

d) bei dem die optischen Teilsignale ( $S_{opt1}$  bis  $S_{optn}$ ) am Ende der Übertragungsstrecke (7) jeweils wieder getrennt detektiert und zu dem zu übertragenden Informationssignal ( $S_{el}$ ) zusammengesetzt werden.

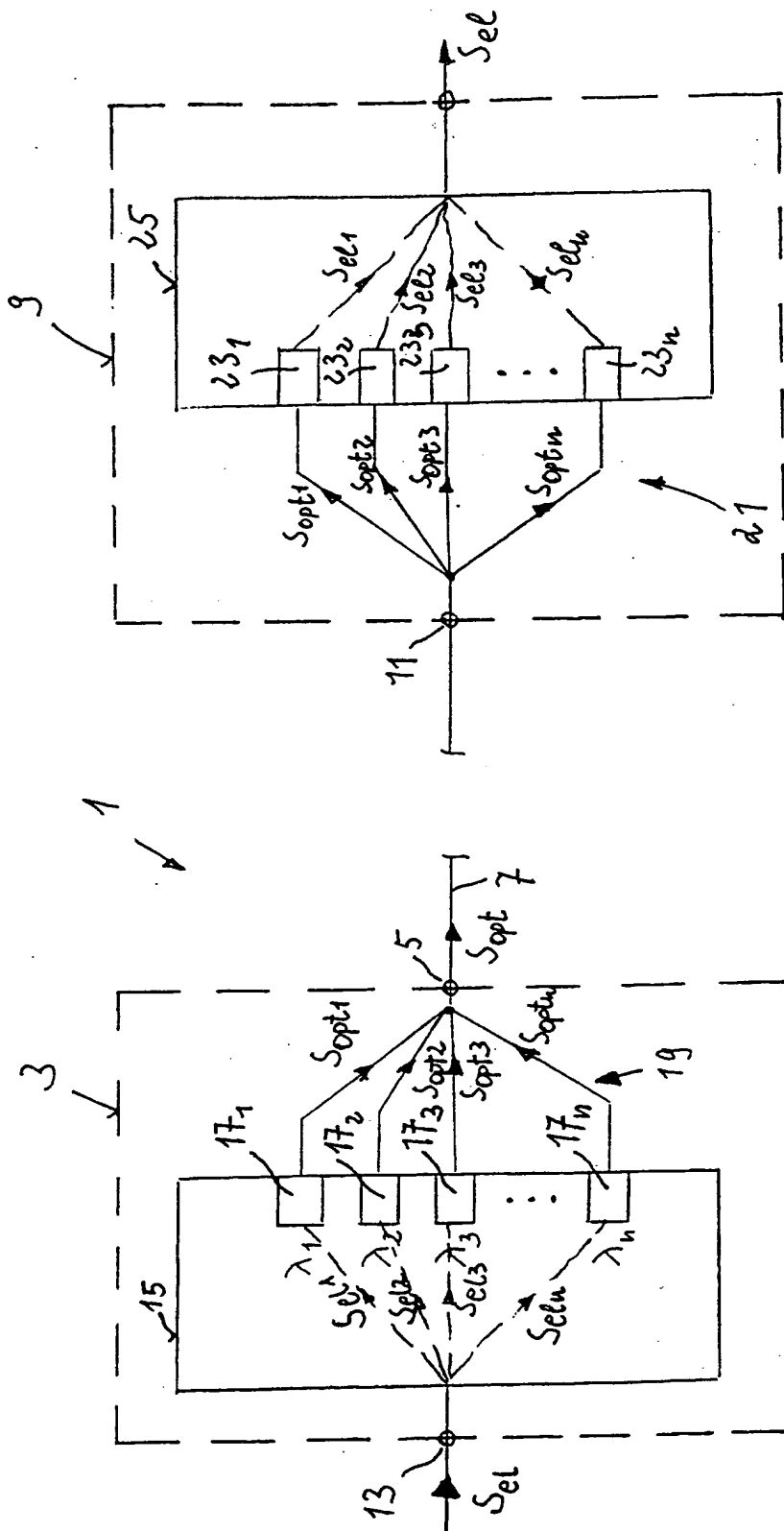
#### 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Lichtwellenleiter ein Multimode-Lichtwellenleiter ist.

3. Sendeeinheit zur optischen Signalübertragung, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- 5 a) mit einer Sende-Signalverarbeitungseinheit (15) zur Trennung eines zu übertragenden elektrischen Informationssignals ( $S_{el}$ ) in mehrere elektrische Teilsignale ( $S_{el1}$  bis  $S_{eln}$ ),
- 10 b) mit mehreren optischen Sendeelementen ( $17_1$  bis  $17_n$ ), welchen die elektrischen Teilsignale ( $S_{el1}$  bis  $S_{eln}$ ) zugeführt sind und welche aus den elektrischen Teilsignalen ( $S_{opt1}$  bis  $S_{optn}$ ) optische Teilsignale mit Sendespektren mit jeweils unterschiedlicher Mittenwellenlängen ( $\lambda_1$  bis  $\lambda_n$ ) oder Trägerwellenlängen und/oder unterschiedlicher orthogonaler Polarisation erzeugen, und
- 15 c) mit einer Koppeleinheit (19), welche die optischen Teilsignale ( $S_{opt1}$  bis  $S_{optn}$ ) auf einem optischen Informationssignal ( $S_{opt}$ ) zusammenfasst und einem optischen Ausgang (5) zurführt.
- 20 4. Sendeeinheit nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sende-Signalverarbeitungseinheit (15) ein digitales Informationssignal nach einer vorbestimmten Verarbeitungsvorschrift in digitale Teilsignale ( $S_{el1}$  bis  $S_{eln}$ ) zerlegt.
- 25 5. Sendeeinheit nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sende-Signalverarbeitungseinheit (15) jedes n-te Bit oder jede n-te Gruppe von m Bit einem von n Teilsignalen ( $S_{el1}$  bis  $S_{eln}$ ) zuordnet.

6. Sendeeinheit nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bitdauer der Teilsignale ( $S_{el1}$  bis  $S_{eln}$ ) um den Faktor  $n$  größer ist als die Bitdauer des digitalen Informationssignals ( $S_{el}$ ).
- 5 7. Empfangseinheit zur optischen Signalübertragung, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
- 10 a) mit einer Koppeleinheit (21), welche ein an einem optischen Eingang (11) anliegendes, im Wellenlängenmultiplex und/oder Polarisations-Multiplex übertragenes optisches Signal ( $S_{opt}$ ) in die optischen Teilsignale ( $S_{opt1}$  bis  $S_{optn}$ ) trennt,
- 15 b) mit mehreren optischen Empfangselementen ( $23_1$  bis  $23_n$ ), welchen die optischen Teilsignale ( $S_{opt1}$  bis  $S_{optn}$ ) zugeführt sind und welche aus den optischen Teilsignalen elektrische Teilsignale ( $S_{el1}$  bis  $S_{eln}$ ) erzeugen und
- 20 c) mit einer Empfangs-Signalverarbeitungseinheit (25) zur Zusammenfassung der elektrischen Teilsignale ( $S_{el1}$  bis  $S_{eln}$ ) zu einem elektrischen Informationssignals ( $S_{el}$ ) nach einer vorbestimmten Vorschrift.
- 25 8. Empfangseinheit nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Empfangs-Signalverarbeitungseinheit (25) digitale Teilsignale ( $S_{el1}$  bis  $S_{eln}$ ) nach einer vorbestimmten Verarbeitungsvorschrift zu einem digitalen Informationssignal ( $S_{el}$ ) zusammenfasst.
9. Empfangseinheit nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Empfangs-Signalverarbeitungseinheit (25) entsprechend einer festgelegten

Reihenfolge jeweils ein Bit oder eine Gruppe von m Bit eines von n Teilsignalen ( $S_{e11}$  bis  $S_{eln}$ ) nacheinander zu einem digitalen Informationssignal ( $S_{el}$ ) zusammenfasst..

- 5      10. Empfangseinheit nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bitdauer der Teilsignale ( $S_{e11}$  bis  $S_{eln}$ ) um den Faktor n größer ist als die Bitdauer des digitalen Informationssignals ( $S_{el}$ ).
- 10      11. System zur optischen Datenübertragung, insbesondere nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, mit einer Sendeeinheit (3) nach einem der Ansprüche 3 bis 6 und einer Empfangseinheit (9) nach einem der Ansprüche 7 bis 10.





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter.      nal Application No

PCT/DE 99/01864

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6    H04B10/13    H04B10/18    H04J14/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6    H04J    H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>LEMOFF B E ET AL: "SPECTRALAN: A LOW-COST MULTIWAVELENGTH LOCAL AREA NETWORK" HEWLETT-PACKARD JOURNAL, US, HEWLETT-PACKARD CO. PALO ALTO, vol. 48, no. 5, December 1997 (1997-12), page 42-52 XP000752702 page 45, left-hand column, paragraph 2 -page 46, left-hand column, paragraph 1; figure 3 page 49, left-hand column, paragraph 2 -right-hand column, paragraph 1; figure 12 --- -/-</p>	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 December 1999

Date of mailing of the international search report

09/12/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Roldán Andrade, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter national Application No.

PCT/DE 99/01864

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No:
X	<p>TANAKA Y ET AL: "OPTICAL PARALLEL TRANSMISSION WITH MULTI-WAVELENGTH FOR HIGH SPEED COMMUNICATIONS ON INDOOR CHANNELS"</p> <p>IEICE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS,JP,INSTITUTE OF ELECTRONICS INFORMATION AND COMM. ENG. TOKYO, vol. E81-B, no. 4, April 1998 (1998-04), page 729-736 XP000780467</p> <p>ISSN: 0916-8516</p> <p>page 729, left-hand column, line 13 -right-hand column, line 23</p> <p>page 731, right-hand column, line 13 -page 732, left-hand column, line 26; figure 6</p> <p style="text-align: center;">---</p>	1,3-11
A	<p>LOEB M L ET AL: "HIGH-SPEED DATA TRANSMISSION ON AN OPTICAL FIBER USING A BYTE-WIDE WDM SYSTEM"</p> <p>JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY,US,IEEE. NEW YORK, vol. 6, no. 8, August 1988 (1988-08), page 1306-1311 XP000001587</p> <p>ISSN: 0733-8724</p> <p>page 1307, left-hand column, paragraph 3 -page 1308, left-hand column, paragraph 2; figures 1,2</p> <p style="text-align: center;">---</p>	1-11
A	<p>EP 0 197 263 A (IBM)</p> <p>15 October 1986 (1986-10-15)</p> <p>column 1, line 10 -column 3, line 15</p> <p>column 4, line 34 -column 6, line 54; figures 1-5</p> <p style="text-align: center;">---</p>	1-11
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN</p> <p>vol. 1996, no. 05,</p> <p>31 May 1996 (1996-05-31)</p> <p>&amp; JP 08 008756 A (YASKAWA ELECTRIC CORP), 12 January 1996 (1996-01-12)</p> <p>abstract</p> <p style="text-align: center;">---</p>	1,3-11
A	<p>DE 37 16 247 A (STANDARD ELEKTRIK LORENZ AG) 24 November 1988 (1988-11-24)</p> <p>column 1, line 63 -column 3, line 31; figure 1</p> <p style="text-align: center;">---</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	1,3,7,11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern      al Application No

PCT/DE 99/01864

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>HERARD C ET AL: "NEW MULTIPLEXING TECHNIQUE USING POLARIZATION OF LIGHT" APPLIED OPTICS,US,OPTICAL SOCIETY OF AMERICA,WASHINGTON, vol. 30, no. 2, 10 January 1991 (1991-01-10), page 222-231 XP000175305 ISSN: 0003-6935 page 22, left-hand column, paragraph 1 -right-hand column, paragraph 2; figure 2 page 228, right-hand column, paragraph 6 -right-hand column, paragraph 3 -----</p>	1,3,7,11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/01864

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0197263 A	15-10-1986	US 4677618 A CA 1234932 A DE 3687586 A JP 61236236 A	30-06-1987 05-04-1988 11-03-1993 21-10-1986
JP 08008756 A	12-01-1996	NONE	
DE 3716247 A	24-11-1988	AU 602079 B AU 1565788 A	27-09-1990 17-11-1988

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. nationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01864

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 H04B10/13 H04B10/18 H04J14/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H04J H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	LEMOFF B E ET AL: "SPECTRALAN: A LOW-COST MULTIWAVELENGTH LOCAL AREA NETWORK" HEWLETT-PACKARD JOURNAL, US, HEWLETT-PACKARD CO. PALO ALTO, Bd. 48, Nr. 5, Dezember 1997 (1997-12), Seite 42-52 XP000752702 Seite 45, linke Spalte, Absatz 2 -Seite 46, linke Spalte, Absatz 1; Abbildung 3 Seite 49, linke Spalte, Absatz 2 -rechte Spalte, Absatz 1; Abbildung 12 --- -/--	1-11



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. Dezember 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

09/12/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Roldán Andrade, J

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01864

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>2</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>TANAKA Y ET AL: "OPTICAL PARALLEL TRANSMISSION WITH MULTI-WAVELENGTH FOR HIGH SPEED COMMUNICATIONS ON INDOOR CHANNELS"</p> <p>IEICE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS,JP,INSTITUTE OF ELECTRONICS INFORMATION AND COMM. ENG. TOKYO, Bd. E81-B, Nr. 4, April 1998 (1998-04), Seite 729-736 XP000780467</p> <p>ISSN: 0916-8516</p> <p>Seite 729, linke Spalte, Zeile 13 -rechte Spalte, Zeile 23</p> <p>Seite 731, rechte Spalte, Zeile 13 -Seite 732, linke Spalte, Zeile 26; Abbildung 6</p> <p>---</p>	1,3-11
A	<p>LOEB M L ET AL: "HIGH-SPEED DATA TRANSMISSION ON AN OPTICAL FIBER USING A BYTE-WIDE WDM SYSTEM"</p> <p>JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY,US,IEEE. NEW YORK, Bd. 6, Nr. 8, August 1988 (1988-08), Seite 1306-1311 XP000001587</p> <p>ISSN: 0733-8724</p> <p>Seite 1307, linke Spalte, Absatz 3 -Seite 1308, linke Spalte, Absatz 2; Abbildungen 1,2</p> <p>---</p>	1-11
A	<p>EP 0 197 263 A (IBM)</p> <p>15. Oktober 1986 (1986-10-15)</p> <p>Spalte 1, Zeile 10 -Spalte 3, Zeile 15</p> <p>Spalte 4, Zeile 34 -Spalte 6, Zeile 54; Abbildungen 1-5</p> <p>---</p>	1-11
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN</p> <p>vol. 1996, no. 05,</p> <p>31. Mai 1996 (1996-05-31)</p> <p>&amp; JP 08 008756 A (YASKAWA ELECTRIC CORP), 12. Januar 1996 (1996-01-12)</p> <p>Zusammenfassung</p> <p>---</p>	1,3-11
A	<p>DE 37 16 247 A (STANDARD ELEKTRIK LORENZ AG) 24. November 1988 (1988-11-24)</p> <p>Spalte 1, Zeile 63 -Spalte 3, Zeile 31; Abbildung 1</p> <p>---</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	1,3,7,11

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. .nales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01864

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>o</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>HERARD C ET AL: "NEW MULTIPLEXING TECHNIQUE USING POLARIZATION OF LIGHT" APPLIED OPTICS,US,OPTICAL SOCIETY OF AMERICA,WASHINGTON, Bd. 30, Nr. 2, 10. Januar 1991 (1991-01-10), Seite 222-231 XP000175305 ISSN: 0003-6935 Seite 22, linke Spalte, Absatz 1 -rechte Spalte, Absatz 2; Abbildung 2 Seite 228, rechte Spalte, Absatz 6 -rechte Spalte, Absatz 3 -----</p>	1,3,7,11

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01864

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0197263 A	15-10-1986	US 4677618 A	30-06-1987
		CA 1234932 A	05-04-1988
		DE 3687586 A	11-03-1993
		JP 61236236 A	21-10-1986
<hr/>			
JP 08008756 A	12-01-1996	KEINE	
<hr/>			
DE 3716247 A	24-11-1988	AU 602079 B	27-09-1990
		AU 1565788 A	17-11-1988
<hr/>			